

ポゾラン材料としてのメタカオリンの研究

広島大学 正会員 田澤 栄一
 広島大学 正会員 河合 研至
 広島大学 学生員 井上 英司
 広島大学 学生員 ○佐藤 剛

1. まえがき

現在代表的なポゾランとしてシリカフュームやフライアッシュなどが用いられており、これらをコンクリート用混和材として使用することによりコンクリートのワーカビリティが改善されたり、コンクリートの耐久性や強度が増進するなど数々の長所が報告されている。とりわけコンクリートにポゾランを混入することで、アルカリ骨材反応、中性化、塩害など化学的劣化に対する耐久性が向上するといわれている。本研究で取り上げた特殊メタカオリンは、シリカフュームやフライアッシュと同程度のポゾラン活性を示すと共に、力学特性、特に乾燥収縮特性に優れていることが報告されている¹⁾。しかしその詳細は明らかにされておらず、また、ポゾラン反応自体そのメカニズムは十分に解明されていないのが現状である。そこで本研究では、シリカフュームとフライアッシュを比較材料にして、ポゾラン混入モルタルの $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 生成量、細孔径分布、イオン拡散速度の測定を行い、主に反応過程の微視的及び化学的側面に着目しメタカオリンのポゾラン材料としての有効性を検討した。

2. 実験概要

セメントは普通ポルトランドセメント（比重：3.16）、細骨材は山口県豊浦産標準砂（比重：2.64）を使用した。

ポゾランは特殊メタカオリン（MK）（比重：2.50）、シリカフューム（SF）（比重：2.20）、フライアッシュ（FA）（比重：2.26）を使用した。モルタルの配合を表1に示す。どれも骨材量一定でフロー値が 180 ± 10 となるように高性能減水剤を用いて調整した。養生は 20°C 100% RHの環境下で行った。 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 生成量はTG-DTAにより、細孔径分布は水銀圧入法により測定を行った。イオン拡散速度は図1のような拡散セルを用いて行い、セルA側に設定濃度の溶液を入れ、セルB側には脱イオン水を満たしておき、供試体中を拡散するイオンをセルB側の溶液のイオン濃度より測定した。

表1 モルタルの配合

混和材名	混和材混入率 (%)	水結合率 (%)	水 kg/m^3	セメント kg/m^3	細骨材 kg/m^3	混和材 kg/m^3
フロー	0	40	333.8	837.4	1056.0	0
MK	10	40	331.7	753.6	1056.0	83.4
SF	10	40	342.4	739.5	1056.0	82.2
FA	10	40	328.6	740.7	1056.0	82.3

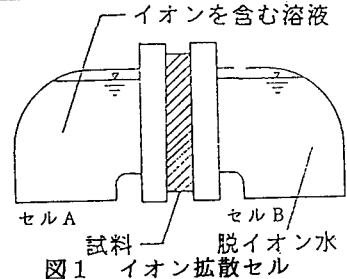


図1 イオン拡散セル

3. 結果及び考察

3-1. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 生成量

図2に各ポゾラン混入モルタルの $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 生成量の経時変化を示す。セメントの水和物である $\text{Ca}(\text{OH})_2$ は、ポゾラン反応により消費されるためポゾラン無混入モルタルに比べポゾラン混入モルタルの $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 生成量は低くなる。ここでMKおよびSFにおいて、破線で示すような急激に $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 量が減少する領域があり、メタカオリンとシリカフュームは水合の早い時期から速い速度でポゾラン反応を生じていることがわかる。

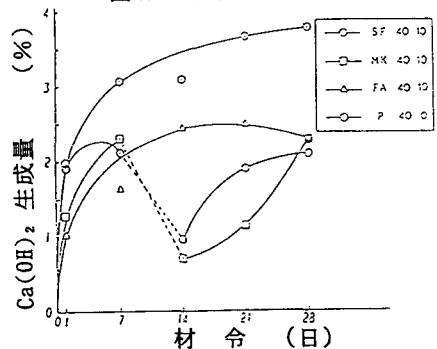


図2 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 生成量の経時変化

3-2. 細孔径分布

図3にMKとSFの材令7日と28日の細孔径分布を水銀圧入法で測定した結果を示す。曲線の立ち上がる細孔径がSFよりもMKが小さなほうに移行しており、メタカオリンはシリカフュームに勝る空隙充填効果のあることがわかる。図4に各ボゾラン混入モルタルの50%径の経時変化を示す。材令1日から7日にかけてMKの値は急激に減少しSFと同程度になっている。ここで何らかの空隙充填作用が起こったと思われるが、これは3-1節で示したようにボゾラン反応の反応生成物によるものと考えられる。

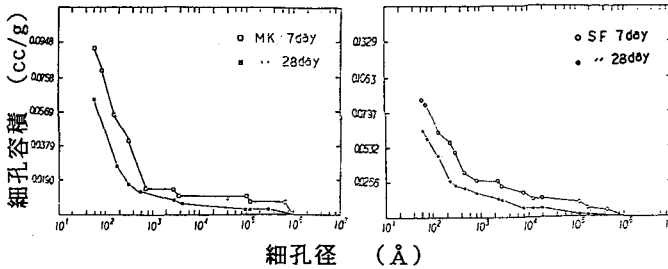


図3 細孔径分布

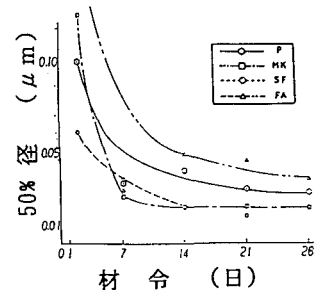


図4 50%径の経時変化

3-3. イオン拡散速度

図5に各ボゾラン混入モルタルのセルB側のイオン濃度と経時変化との関係を示す。P (ボゾラン混入モルタル)とFAは、全体的に直線の傾きが急勾配であり、SFとMKは緩勾配である。これよりメタカオリン及びシリカフュームをコンクリートに混入することによりイオンは通過しにくくなるといえる。これはMKとSFの細孔が微細になっていることの裏づけであり、3-2節で示した結果と一致する。また、イオンを通しにくいことからメタカオリンおよびシリカフュームは、アルカリ骨材反応など化学的劣化に対する抑止効果などコンクリートの耐久性の改善に寄与することが期待できる。

4. おわりに

本研究を通してメタカオリンがシリカフュームと非常に類似したボゾラン反応性を示し、水和の早い時期よりボゾラン反応を生じていることが確認された。またシリカフュームと同程度の強度発現性を有していることも既に確認されており、3-3節で示したようにコンクリートの耐久性に寄与することも期待されることから、メタカオリンは優れたコンクリート用混和材となり得るといえる。

〈参考文献〉1) 両角昌公他「特殊メタカオリンの高強度コンクリートへの適用性」コンクリート工学年次論文報告集 第12巻 第1号、pp.135-138, 1990.

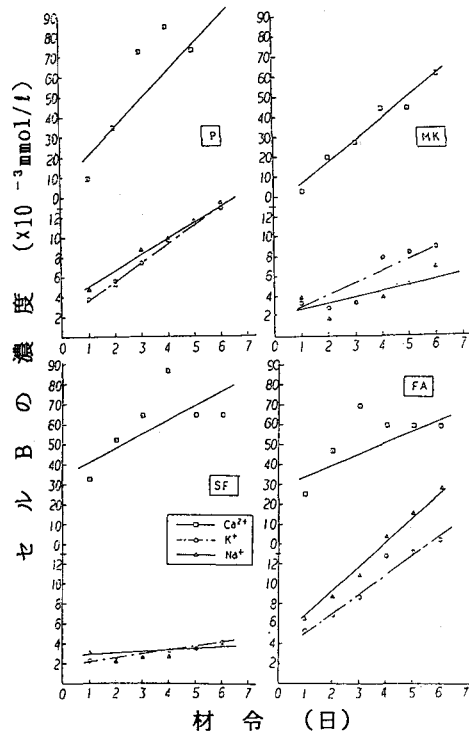


図5 イオン濃度の経時変化